

**TRANSLATION OF ABSTRACT OF DE 42 28 894 A1**

**Method and Device for Evaluating Wheel-Speed Signals in a Motor Vehicle**

To evaluate wheel-speed signals, the invention provides for first signals to be recorded, which represent the rotational speeds of the wheels. On the basis of these first signals, second and third signals are ascertained, which represent the difference of the rotational speeds of the wheels of the vehicle axes. Fourth signals represent the relative movements between the vehicle body and the wheels (deflection paths) and are processed further, preferably with the aid of a characteristics map, to form correction values for the second and third signals or for the low-pass filtered, second and third signals. The procedure of the invention has the advantage that, when evaluating the wheel-speed signals, e.g. for detecting the tire state or the steering angle, different loading states of the vehicle and nonlinearities in the suspension systems (springs, shock absorbers, stabilizers, tire deformation) are considered. According to the invention, this is accomplished in that the wheel-speed signals are corrected, using the measured deflection paths.

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 28 894 A 1

21 Aktenzeichen: P 42 28 894.0  
22 Anmeldetag: 29. 8. 92  
43 Offenlegungstag: 3. 3. 94

51 Int. Cl. 5:  
B 60 G 17/00  
B 60 K 28/16  
G 01 P 3/42  
G 01 D 1/16  
G 01 L 17/00  
B 60 C 23/00  
// B 60 T 8/32, B 62 D  
15/02

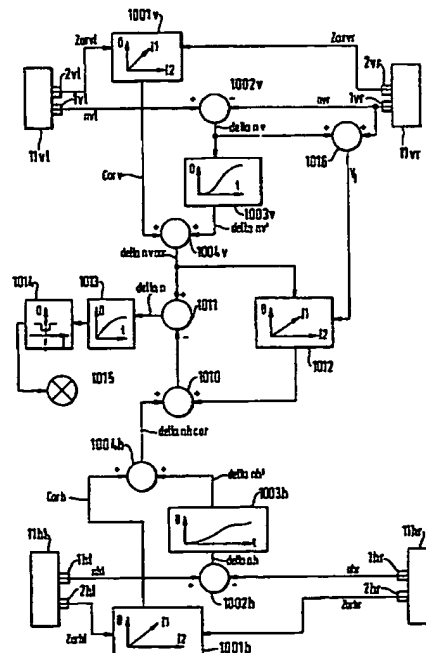
DE 42 28 894 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Miller, Bernhard, 7000 Stuttgart, DE; Schunck,  
Eberhardt, Dipl.-Phys., Farmington, Mich., US

54 Verfahren und Vorrichtung zur Auswertung von Raddrehzahlensignalen bei einem Kraftfahrzeug

57 Erfindungsgemäß werden zur Auswertung von Raddrehzahlensignalen erste Signale erfaßt, die die Drehzahlen der Räder repräsentieren. Ausgehend von diesen ersten Signalen werden zweite und dritte Signale ermittelt, die die Differenz der Drehzahlen der Räder der Fahrzeugachsen repräsentieren. Vierte Signale repräsentieren die Relativbewegungen zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern (Einfederwege) und werden, vorzugsweise mittels eines Kennfeldes, zu Korrekturwerten für die zweiten und dritten Signale oder für die tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale weiterverarbeitet. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise weist den Vorteil auf, daß bei der Auswertung der Raddrehzahlensignale, beispielsweise zur Erfassung des Reifenzustands oder des Lenkwinkels, unterschiedliche Belastungszustände des Fahrzeugs und Nichtlinearitäten in den Aufhängungssystemen (Feder, Dämpfer, Stabilisatoren, Reifendeformation) berücksichtigt werden. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, daß die Raddrehzahlensignale durch die erfaßten Einfederwege korrigiert werden.



DE 42 28 894 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 94 308 069/410

9/51

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Auswertung von Raddrehzahlsignalen bei einem Kraftfahrzeug.

Zur Verbesserung des Fahrkomforts von Personen- und/oder Nutzkraftwagen geht man von den bisher noch überwiegend benutzten passiven Fahrwerken über zu aktiven. Bei solchen aktiven Fahrwerken kann die Charakteristik der Aufhängungssysteme zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern während des Fahrbetriebs je nach Fahrzustand im Sinne einer Steuerung oder Regelung beeinflußt werden. Da hierbei die Einfederbewegungen, das heißt die Relativbewegungen zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern, von großer Bedeutung sind, werden diese im allgemeinen bei aktiven Fahrwerken erfaßt.

Weiterhin werden heute in zunehmendem Maße die Kraftfahrzeuge mit Blockiervorrichtungssystemen oder Bremsschlupfreglern und/oder Antriebsschlupfreglern ausgestattet. Bei diesen Systemen ist die Kenntnis der Raddrehzahlen von Bedeutung.

In der EP-A 441 600 werden bei einem vierrädrigen Fahrzeug die Drehzahlen der diagonal gegenüberliegenden Radpaare voneinander subtrahiert und aus dem Ergebnis dieses Vergleichs auf den Betriebszustand der Reifen geschlossen.

Ferner ist beispielsweise aus der DE-A 25 18 816 bekannt, die Drehgeschwindigkeiten der Räder eines Fahrzeugs mit einem Referenzwert zu vergleichen und aus der Abweichung der Drehgeschwindigkeiten von dem Referenzwert auf den Reifendruck in den Reifen zu schließen. Der Referenzwert wird dabei aus den Drehgeschwindigkeiten aller Räder gebildet.

Darüber hinaus gehören Systeme zum Stand der Technik, bei denen aus den Raddrehzahldifferenzen, insbesondere der Vorderachse, bei Kurvenfahrten auf den Lenkwinkel der Fahrzeuge geschlossen wird.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise weist den Vorteil auf, daß bei der Auswertung der Raddrehzahl-signale unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs und Nichtlinearitäten in den Aufhängungssystemen (Feder, Dämpfer, Stabilisatoren, Reifendeformation) berücksichtigt werden. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, daß die Raddrehzahl-signale durch die erfaßten Einfederwege korrigiert werden. Weiterhin werden durch geeignete Filterungen der Raddrehzahl-signale Bodenunebenheiten berücksichtigt. Insgesamt zeichnet sich die erfindungsgemäße Aufbereitung von Raddrehzahlsignalen durch eine große Empfindlichkeit bezüglich Raddrehzahldifferenzen aus.

Im einzelnen werden erfindungsgemäß zur Auswertung von Raddrehzahlsignalen erste Signale erfaßt, die die Drehzahlen der Räder repräsentieren. Ausgehend von diesen ersten Signalen werden zweite und dritte Signale ermittelt, die die Differenz der Drehzahlen der Räder der Fahrzeugachsen repräsentieren. Vierte Signale repräsentieren die Relativbewegungen zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern (Einfederwege) und werden, vorzugsweise mittels eines Kennfeldes, zu Korrekturwerten für die zweiten und dritten Signale oder für die tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Si-

gnale weiterverarbeitet.

Da die Hinter- und Vorderräder eines Fahrzeugs verschiedenartiger Belastungen ausgesetzt sind (Reifenabnutzung, Radlast, verschiedene Reifentypen), werden vorzugsweise die absoluten Geschwindigkeiten zwischen der Vorder- und Hinterachse nicht verglichen. Ein gleichzeitiger und gleichartiger Fehlertyp tritt an beiden Rädern einer Achse ist dadurch zwar nicht erkennbar, dafür steigt aber die Störsicherheit der Gesamtsystems.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die korrigierten zweiten und dritten Signale und/oder die korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale, also die korrigierten Raddrehzahldifferenzen der Fahrzeugachsen, miteinander verglichen. Aus dem Vergleichsergebnis kann dann auf den Betriebszustand der Reifen geschlossen werden. Da ein Absinken des Luftdruckes in einem Reifen im allgemeinen zu einer Verkleinerung seines Durchmessers führt, erhöht sich bei konstanter Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs die Raddrehzahl an diesem Reifen. Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise, insbesondere durch den achsweisen Vergleich der in oben beschriebener Weise korrigierten Raddrehzahldifferenzen können mit großer Empfindlichkeit Reifendruckdifferenzen ermittelt werden.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die korrigierten zweiten und/oder dritten Signale und/oder die korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und/oder dritten Signale, das heißt die beladungskorrigierten Raddrehzahldifferenzen und/oder die beladungskorrigierten und unebenheitskorrigierten Raddrehzahldifferenzen zur Ermittlung eines Lenkwinkelsignals herangezogen werden. Hierbei kann mit großer Empfindlichkeit der Lenkwinkel des Kraftfahrzeugs bestimmt werden.

Berücksichtigt man bei dem Vergleich der Raddrehzahldifferenzen der einzelnen Achsen den Spurversatz der Achsen bei Kurvenfahrten, so gelangt man zu einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

## Zeichnungen

Die Fig. 1, 2, 3 und 4 zeigen Blockschaltbilder von Ausführungsbeispielen der Erfindung.

## Ausführungsbeispiele

Anhand der im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele soll die erfindungsgemäße Vorgehensweise beschrieben werden. Hierbei sind die Blöcke, die in den Fig. 1, 2 und 3 das gleiche Funktionsverhalten aufweisen, mit den gleichen Positionen markiert.

In den Fig. 1, 2, und 3 sind mit den Positionen 11j die Radeinheiten eines vierrädrigen und zweiachsigen Kraftfahrzeugs markiert. Der Buchstabe i hinter den Positionen und Signalen symbolisiert die Zugehörigkeit zu einer Fahrzeugachse, während der Index j die Fahrzeugseite angibt. Beispielsweise ist mit der Position 11vl die Radeinheit an der Vorderachse im linken Fahrzeugbereich gemeint.

An den Radeinheiten sind Raddrehzahlsensoren mit der Bezeichnung 1ij dargestellt, und Einfederwegsensoren mit der Bezeichnung 2ij. Die Einfederwegsensoren 1ij erfassen in bekannter Weise die Raddrehzahlen nij, während die Einfederwegsensoren 2ij in bekannter Weise die Einfederwege Zarij sensieren. Insbesondere

die Einfederwegsensoren  $Z_{ij}$  können auch als Einfederweggeschwindigkeitssensoren ausgestaltet sein, wobei das so erfaßte Einfederweggeschwindigkeitssignal  $Z_{arij}$  durch Integrieren zu einem Einfederwegsignal bearbeitet werden kann.

Durch die Einheit 1002i werden nun achsweise die Raddrehzahldifferenzen  $\Delta t_{anv}$  ermittelt. Die so erhaltenen Raddrehzahldifferenzen pro Achse sind abhängig von unterschiedlichen Unebenheiten der Fahrbahn unter den rollenden Rädern. So werden die Raddrehzahldifferenzen pro Achse auch bei einer Geradeausfahrt bei gleichmäßiger Beladung der Achse und bei gleichem Luftdruck in den Reifen kurzfristige Schwankungen aufweisen. Diese Schwankungen rühren daher, daß der rechte und der linke Reifen über unterschiedliche Fahrbahnebenen abrollen. Diese kurzfristigen Schwankungen der Raddrehzahldifferenzen, die durch Bodenunebenheiten induziert werden, werden durch Tiefpaßfilterungen in den Tiefpaßfiltern 1003i eliminiert. Man gelangt so zu den tiefpaßgefilterten und damit bodenunebenheitskorrigierten achswweisen Raddrehzahldifferenzen  $\Delta t_{ani}$ .

Ein weiterer unerwünschter Effekt bei der Bildung der Raddrehzahldifferenzen pro Achse besteht darin, daß das Fahrzeug unterschiedliche Beladungszustände aufweisen kann. Die auf ein Aufhängungssystem, das zwischen dem Fahrzeugaufbau und einem Rad angebracht ist, wirkende Beladung ist aber im allgemeinen nichtlinear mit der daraus resultierenden Einfederwegverschiebung verbunden, da an einer Achse die Feder, die Dämpfer und/oder die Stabilisatoren, nichtlineare Effekte aufweisen. Daher führen unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs zu nichtlinearen Einfederwegen. So führt eine beispielsweise gegenüber der linken Achshälfte um ein Zehntel erhöhte Beladung über der rechten Achshälfte nicht unbedingt zu einem ein Zehntel geringeren Einfederweg im rechten Aufhängungssystem.

Diese durch unterschiedliche Beladungen induzierten Nichtlinearitäten werden in dem Block 1001i korrigiert. Hierzu werden achsweise die Einfederwege  $Z_{arij}$  mittels eines Kennfeldes zu einem Korrekturwert  $Cori$  verarbeitet. Dieser Korrekturfaktor  $Cori$  wird in der Einheit 1004i dem Raddrehzahldifferenzsignal  $\Delta t_{ani}$  bzw. dem in oben beschriebener Weise tiefpaßgefilterten Raddrehzahldifferenzsignal  $\Delta t_{ani}$  überlagert. Ausgangsseitig der Einheit in 1004i liegen somit die Raddrehzahldifferenzen einer Achse an, wobei diese Raddrehzahldifferenzen durch die erfindungsgemäße Bearbeitung beladungs- und bodenunebenheitsunabhängig sind. Zu den Einheiten 1001i sei noch zu bemerken, daß diese Kennfeldkorrektur auch Beladungsunterschiede der einzelnen Achsen untereinander berücksichtigt.

Durch den Block 1012 werden evtl. Verzerrungen der Drehzahldifferenzen, verursacht durch Gierwinkel, Spurversatz usw., korrigiert. Diese Korrektur kann beispielsweise derart getätigt werden, daß kurz vor der Subtraktion der Drehzahldifferenzen der beiden Achsen [an einer Stelle des Verfahrensablaufs, an der außer den oben erwähnten Verzerrungen (Gierwinkel, Spurversatz) normalerweise nichts Unkorrigiertes anliegt] die Drehzahldifferenz der Hinterachse über eine Kennlinie korrigiert wird. Diese Kennlinie (Block 1012) ist so geschaffen, daß bei Kurvenfahrten die Raddrehzahldifferenzwerte der Hinterachse, welche im allgemeinen kleiner sind, den Differenzwerten der Vorderachse angepaßt (angehoben) werden.

Zur Korrektur des Gierwinkels wird dem Block 1012

neben der Raddrehzahldifferenz der Vorderachse die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $V_1$  zugeführt. Die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $V_1$  kann beispielsweise dadurch ermittelt werden, daß in dem Block 1016 die Raddrehzahl eines Rades an einer Achse mit der Raddrehzahldifferenz (ungefiltert) additiv überlagert wird.

Durch die Zuführung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $V_1$  wird berücksichtigt, daß bei höheren Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten im allgemeinen ein anderer Spurversatz bzw. Gierbewegung vorliegt als bei geringeren Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten. Dies ist im wesentlichen durch Driftbewegungen der Reifen bedingt. In einer einfachen Ausgestaltung der Erfindung kann jedoch auf die Zuführung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit im Block 1012 verzichtet werden.

Während in obenbeschriebener Weise unter Berücksichtigung des Spurversatzes bzw. von Gierbewegungen die Raddrehzahldifferenzen der Hinterachse denen der Vorderachse angeglichen werden, kann natürlich auch vorgesehen sein, die Raddrehzahldifferenzen der Vorderachse entsprechend zu korrigieren oder die Differenzen beider Achsen derart zu korrigieren, daß sich hinsichtlich des Spurversatzes bzw. der Gierbewegungen die Achsen rechnerisch in der Fahrzeugmitte befinden.

In der Einheit 1011 werden nun die beladungs-, fahrbahnebenen-, spurversatz- und/oder gierwinkelkorrigierten Raddrehzahldifferenzen der Achsen verglichen. Weisen alle vier Reifen den vorgesehenen Luftdruck auf, so liegt ausgangsseitig der Einheit 1011 idealerweise ein Signal  $\Delta t_{an}$  von der Größe Null an. Dieses Ausgangssignal der Einheit 1011 wird in der Einheit 1013 tiefpaßgefiltert, um kurzfristige Schwankungen der Differenzen der Raddrehzahldifferenzen pro Achse auszublenden. In dem Block 1014 wird nun dieses tiefpaßgefilterte Signal mit Schwellwerten verglichen. Weisen die Raddrehzahldifferenzen an den einzelnen Achsen Unterschiede auf, die über den in dem Block 1014 abgefragten Schwellen liegen, so wird beispielsweise dem Fahrer über ein Anzeigesystem 1015 ein Luftdruckverlust eines Reifens mitgeteilt.

Da, wie erwähnt, alle Einflußgrößen, die unterschiedliche Raddrehzahlen verursachen können, berücksichtigt sind (Beladungsunterschiede, Fahrbahnebenen, Spurversatz, Gierwinkel) ist die Differenz der achswweisen Raddrehzahldifferenzen (Ausgangssignal  $\Delta t_{an}$  des Blocks 1011) ein zuverlässiges Maß für eine Radiusveränderung an einem Rad. Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise können also Druckabweichungen zwischen den einzelnen Rädern eines Kraftfahrzeugs erkannt werden.

Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist somit eine kostengünstige und einfache Reifenüberwachungsanlage gegeben, die neben der Erkennung von Druckabfall bzw. Druckanstieg eines Reifens infolge von Luftverlust bzw. Reifenerhitzung (z. B. Defekte oder stark einseitig ziehende Bremsen) auch einen einseitigen Reifenverschleiß, beispielsweise infolge eines falsch eingestellten Vorspurwinkels, erkennt.

Weiterhin zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, daß auf eine vorhandene Sensorik (Raddrehzahlfühler, Einfederwegsensoren bei Fahrwerkregelungssystemen) zurückgegriffen werden kann.

In der Fig. 2 ist eine Weiterentwicklung des in der Fig. 1 dargestellten Systems zu sehen. Erhält der Fahrer durch die Einrichtung 1015 die Information, daß der Betriebszustand wenigstens eines Reifens nicht ordnungsgemäß ist, so wird ihm in dem Ausführungsbei-

spiel der Fig. 1 nicht mitgeteilt, an welcher Achse des Kraftfahrzeugs der defekte Reifen zu suchen ist. Greift man, wie in der Fig. 2 zu sehen ist, die beladungs- und fahrbahnunebenheitskorrigierten Raddrehzahldifferenzen pro Achse ab und vergleicht diese, gegebenenfalls nach einer Glättung in den Tiefpaßfiltern 1013', mit Schwellwerten (Block 1014'), so gelangt man zu der Information, an welcher Achse die Raddrehzahldifferenz auftritt. Dies kann in der Anzeige 1015' zur Anzeige gebracht werden.

In der Fig. 3 ist eine weitere Ausgestaltung der Erfindung zu sehen, bei der der Lenkwinkel aus den Raddrehzahldifferenzen bestimmt wird. Hierzu werden der Einheit 1020 die beladungs- und fahrbahnunebenheitskorrigierten Raddrehzahldifferenzen einer Achse, vorzugsweise der Vorderachse, zugeführt. Weiterhin werden der Einheit 1020 die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die in oben beschriebener Weise ermittelt wird, zugeführt. Mittels eines Kennfeldes kann nun in bekannter Weise in den Einheiten 1020 aus den Raddrehzahldifferenzen und der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ein dem Lenkwinkel des Fahrzeug proportionales Signal gebildet werden.

Diese Vorgehensweise hatte den Vorteil, daß der Lenkwinkel des Fahrzeugs aus einer vorhandenen Sensorik (keine Lenkwinkelsensoren) mit hoher Empfindlichkeit beladungs- und fahrbahnunebenheitsunabhängig bestimmbar ist. Diese Lenkwinkelbestimmung aus den Raddrehzahlen kann entweder zusätzlich zu der schon beschriebenen Reifenüberwachung stattfinden oder aber auch als separates System ohne Reifenüberwachung installiert sein.

Inbesondere zu den Korrekturen der Beladung (Einheiten 1001i) und des Spurversatzes bzw. von Gierbewegungen (Einheiten 1012) ist folgendes zu bemerken:

Bei kleinen Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten  $V_1$  und großen Lenkwinkeln liefert die Spurversatzkorrektur einen großen Anteil. Demgegenüber ist die Wirkung der Beladungskorrektur bei hohen Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten  $V_1$  und kleinen Lenkwinkeln größer.

Die in den Fig. 1 und 2 beschriebene Ausführungsform der Erfindung erkennt eine relative Druckabweichung zwischen den einzelnen Rädern. Um die absoluten Reifendruckwerte zu erfassen, kann in einer weiteren Ausgestaltung von der Eigenresonanzfrequenz eines Rades auf den absoluten Reifendruck geschlossen werden. Dies ist in der Fig. 4 dargestellt.

In der Fig. 4 werden die Raddrehzahlen  $n_{ij}$  und/oder die Einfederwege  $Z_{arj}$  eines Rades der Einheit 41 zugeführt. In der Einheit 41 wird die Frequenz der Eingangssignale  $n_{ij}$  oder  $Z_{arj}$  analysiert. Die Frequenzanalyse mehrerer ausschwingender Perioden, beispielsweise nach einer Anregung durch die Fahrbahn, führt zu der für das Rad typischen Frequenz  $v_{ij}$  (Eigenresonanzverhalten). Diese Frequenz  $v_{ij}$  ist abhängig von dem Luftdruck in dem Reifen  $p_{ij}$ . Die Abhängigkeit zwischen der Frequenz und dem Luftdruck des Rades ist in der Einheit 42 abgelegt. Man gelangt auf diese Weise zu absoluten Reifendruckwerten an einem Rad. Die in der Fig. 4 dargestellte Vorgehensweise für sich alleine betrachtet, hat jedoch den Nachteil, daß eine solche Frequenzanalyse nur bei bestimmten Fahrbahnanregungen möglich ist. Beispielsweise versagt solch ein System bei langen Autobahnfahrten, da hier keine oder nur wenige in diesem Sinne auswertbaren Schwingungen vorkommen. In Kombination mit dem in der Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsform, durch die kontinuierlich die Reifenzustände überprüft werden können, kann aber durch die

in der Fig. 4 zu sehenden Erweiterung von den relativen Druckabweichungen zwischen den einzelnen Rädern durch die Messung des absoluten Reifendrucks beispielsweise eines Rades auf die absoluten Reifendruckwerte aller Räder geschlossen werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung von Raddrehzahlsignalen bei einem Kraftfahrzeug, bei dem

— erste Signale ( $n_{vl}$ ,  $n_{vr}$ ,  $n_{hl}$ ,  $n_{hr}$ ) erfaßt werden, die die Drehzahlen der Räder repräsentieren, und

— ausgehend von den ersten Signalen wenigstens zweite und dritte Signale ( $\Delta n_{tanv}$ ,  $\Delta n_{tanv}$ ) ermittelt werden, die die Differenzen der Drehzahlen der Räder der wenigstens zwei Fahrzeugachsen repräsentieren, und

— vierte Signale ( $Z_{arvl}$ ,  $Z_{arvr}$ ,  $Z_{arhl}$ ,  $Z_{arhr}$ ) erfaßt werden, die die Relativbewegungen zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern repräsentieren, und

— ausgehend von den vierten Signalen Korrekturwerte ( $Corv$ ,  $Corh$ ) für die zweiten und dritten Signale ( $\Delta n_{tanv}$ ,  $\Delta n_{tanv}$ ) oder für die tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale ( $\Delta n_{tanv'}$ ,  $\Delta n_{tanv'}$ ) ermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die korrigierten zweiten und dritten Signale und/oder die korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale ( $\Delta n_{tanvcor}$ ,  $\Delta n_{tanvcor}$ ) verglichen werden und aus dem Vergleichsergebnis auf den Betriebszustand der Reifen geschlossen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die korrigierten zweiten und/oder dritten Signale und/oder die korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und/oder dritten Signale ( $\Delta n_{tanvcor}$ ,  $\Delta n_{tanvcor}$ ) zur Ermittlung eines Lenkwinkelsignals ( $LW$ ) herangezogen werden, das den Lenkwinkel des Fahrzeugs repräsentiert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwerte ( $Corv$ ,  $Corh$ ) aus den vierten Signalen ( $Z_{arvl}$ ,  $Z_{arvr}$ ,  $Z_{arhl}$ ,  $Z_{arhr}$ ) mittels eines Kennfeldes ermittelt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturwerte ( $Corv$ ,  $Corh$ ) unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs an einer Achse und/oder Nichtlinearitäten der Radaufhängungskomponenten und/oder Nichtlinearitäten der Reifen repräsentieren.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der zweiten und dritten Signale ( $\Delta n_{tanv}$  und  $\Delta n_{tanv}$ ) und/oder die Differenz der durch die Korrekturwerte ( $Corv$ ,  $Corh$ ) korrigierten zweiten und dritten Signale ( $\Delta n_{tanvcor}$  und  $\Delta n_{tanvcor}$ ) zu einem Differenzsignal ( $\Delta n_{tan}$ ) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Vergleich der Spurversatz der Achsen bei Kurvenfahrten berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer Frequenzanalyse der ersten und/oder vierten Signale auf den absoluten Reifenluftdruck geschlossen wird.

9. Vorrichtung zur Auswertung von Raddrehzahlsi-

gnalen bei einem Kraftfahrzeug, bei dem

- erste Mittel (1ij) zur Erfassung erster Signale (nvl, nvr, nhl, nhr), die die Drehzahlen der Räder repräsentieren, vorgesehen sind, und
- erste Differenzbildungsmittel (1002i), mittels der ausgehend von den ersten Signalen wenigstens zweite und dritte Signale (deltanv, deltanh) ermittelt werden, die die Differenzen der Drehzahlen der Räder der wenigstens zwei Fahrzeugachsen repräsentieren, und
- zweite Mittel (2ij) zur Erfassung von vierten Signalen (Zarvl, Zarvr, Zarhl, Zarhr), die die Relativbewegungen zwischen dem Fahrzeugaufbau und den Rädern repräsentieren, vorgesehen sind, und
- dritte Mittel (1001i) vorgesehen sind, mittels der ausgehend von den vierten Signalen Korrekturwerte (Corv, Corh) für die zweiten und dritten Signale (deltanv, deltanh) oder für die mittels Tiefpaßfilter (1003i) gefilterten zweiten und dritten Signale (deltanv', deltanh') ermittelt werden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß

- Vergleichsmittel (1011) zum Vergleich der korrigierten zweiten und dritten Signale und/oder zum Vergleich der korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale (deltanvcor, deltanhcor) vorgesehen sind und Anzeigemittel (1015) vorgesehen sind, die abhängig von dem Vergleichsergebnis betätigt werden, und/oder
- Auswertemittel (1020) vorgesehen sind, mittels der ausgehend von den korrigierten zweiten und dritten Signale und/oder die korrigierten tiefpaßgefilterten zweiten und dritten Signale (deltanvcor, deltanhcor) ein Signal (LW) ermittelt wird, das den Lenkwinkel des Fahrzeugs repräsentiert.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1

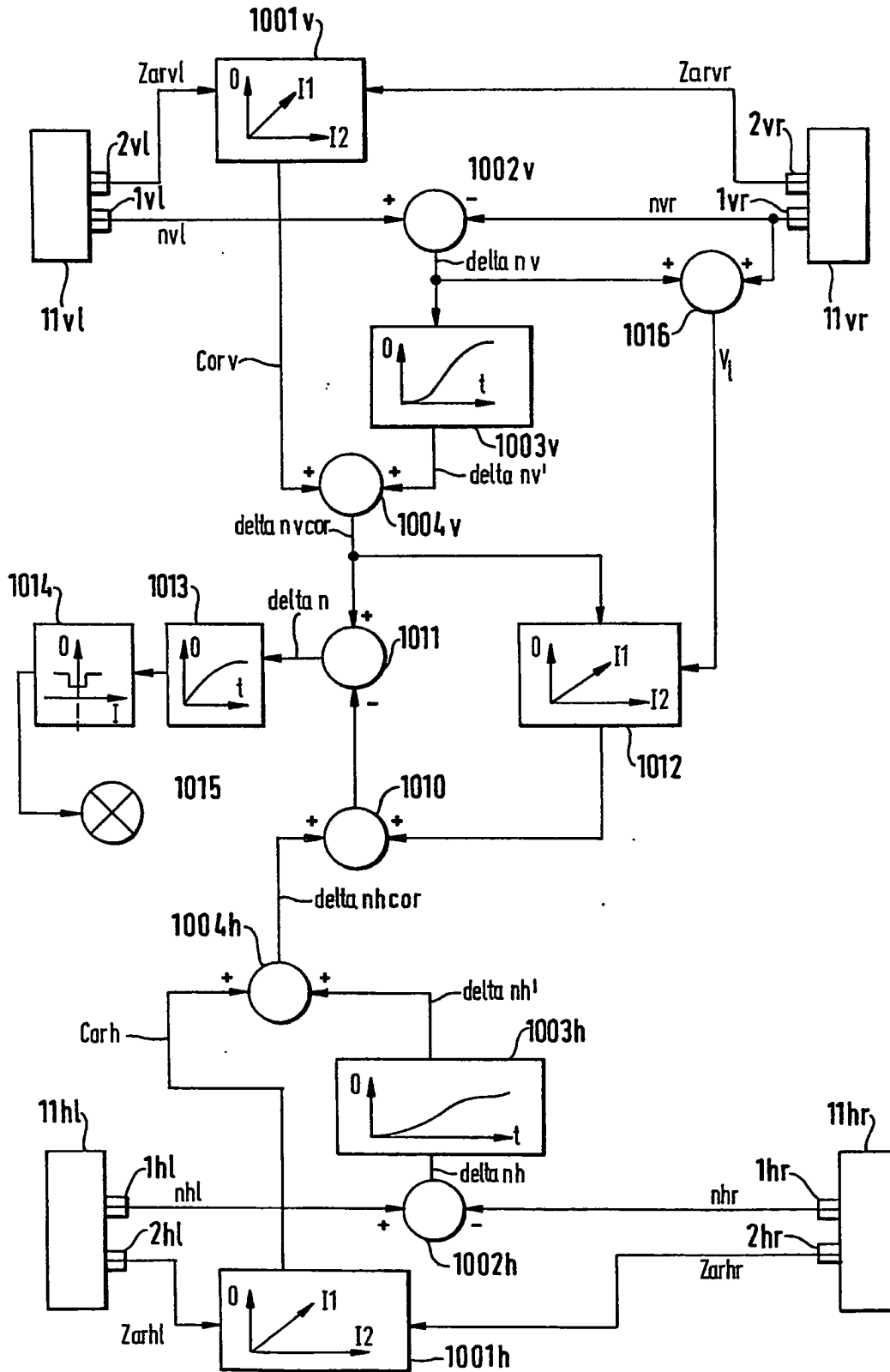




FIG. 2

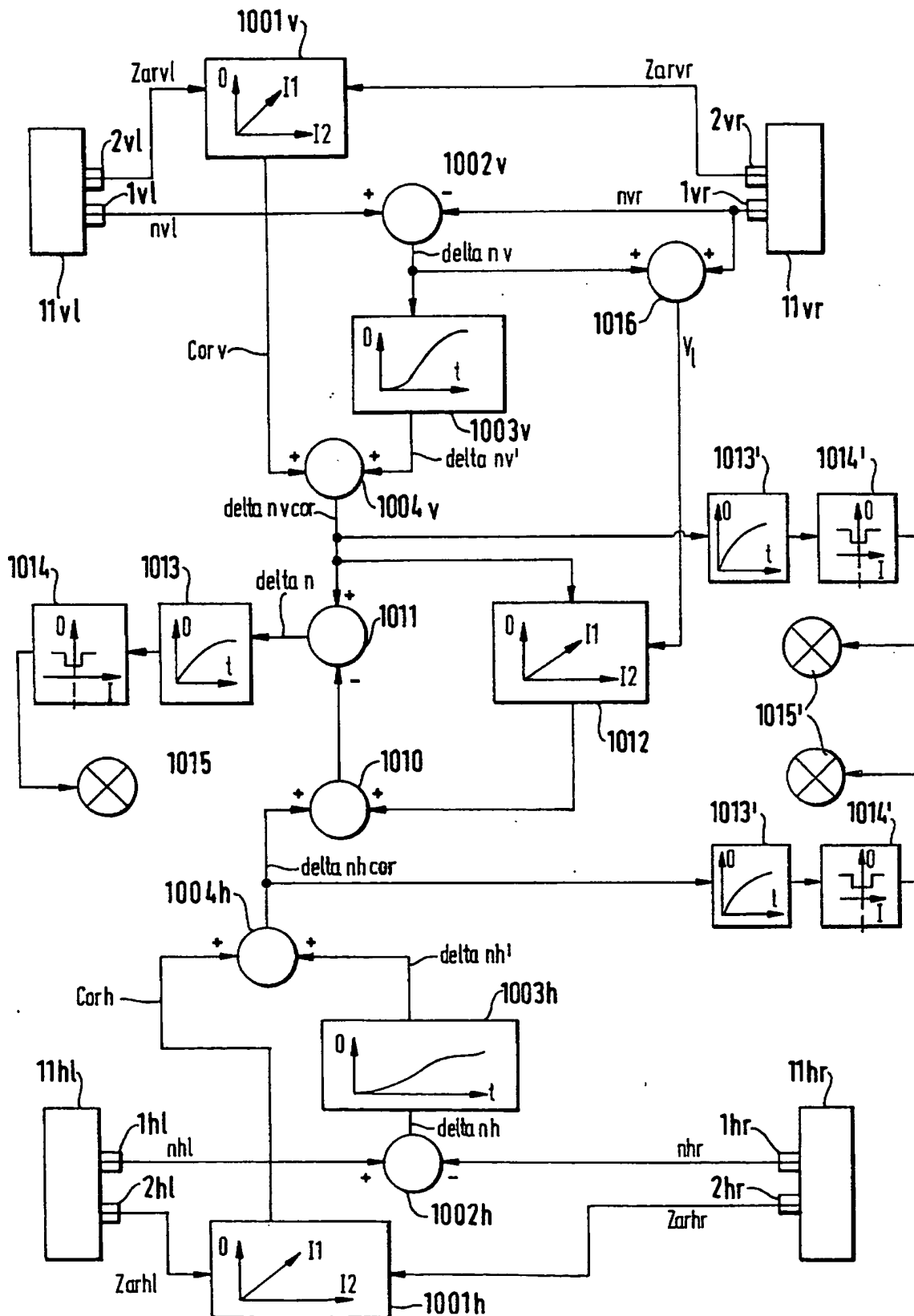


FIG. 3

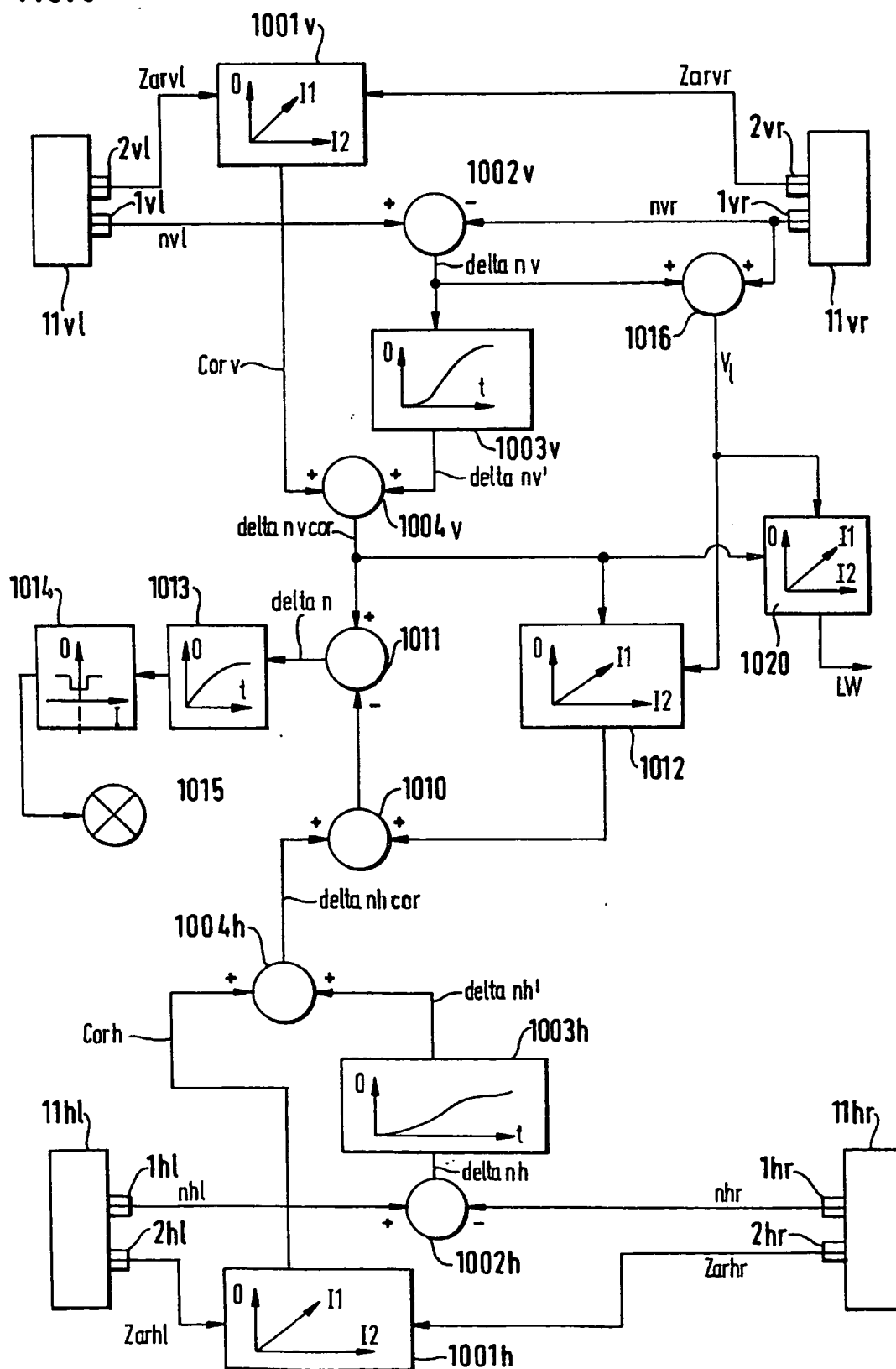


FIG. 4

